



An array transducer ultrasound beamformer includes a plurality of processing channels, one for each active element of the transducer array. Each channel includes a digitizing unit for converting the received signal to digital samples and a time multiplexed delay unit for producing a primary stream of delayed TDM samples corresponding to one or more beams. Within each channel, the primary stream of delayed TDM samples is demultiplexed in order to separate the stream in a plurality of secondary streams of delayed TDM samples, wherein each of the secondary streams corresponds to a portion of a beam or a single beam.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-500054

(P2002-500054A)

(43) 公表日 平成14年1月8日 (2002.1.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	デマコード* (参考)
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/26	5 0 3	G 0 1 N 29/26	5 0 3 4 C 3 0 1
G 0 1 S 7/523		G 0 1 S 7/52	D 5 J 0 8 3

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2000-526830(P2000-526830)  
(86) (22) 出願日 平成10年12月21日 (1998.12.21)  
(85) 翻訳文提出日 平成12年6月28日 (2000.6.28)  
(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 8 / 2 7 2 5 1  
(87) 国際公開番号 W O 9 9 / 3 4 2 3 3  
(87) 国際公開日 平成11年7月8日 (1999.7.8)  
(31) 優先権主張番号 0 9 / 0 0 1 , 4 5 2  
(32) 優先日 平成9年12月31日 (1997.12.31)  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

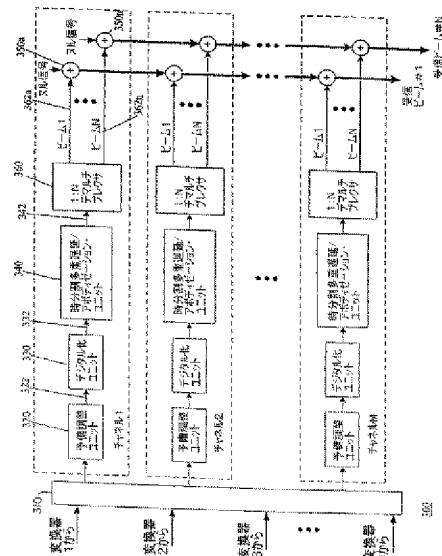
(71) 出願人 アナロジック コーポレーション  
アメリカ合衆国, 01960 マサチューセッ  
ツ, ビーボディ, センテナリアル インダス  
トリアル パーク, センテナリアル ドライ  
ヴ 8  
(72) 発明者 ドラッツァ, エンリコ  
アメリカ合衆国 02116 マサチューセッ  
ツ, ボストン, マールボロー ストリート  
79  
(72) 発明者 ラックマイヤ, マイケル  
アメリカ合衆国 01983 マサチューセッ  
ツ, トップスフィールド, ウエナム 41  
(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外11名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル超音波ビーム形成装置

(57) 【要約】

変換器アレー (300) の各能動的素子に対して1つずつ複数の処理チャンネルを含むアレー変換器超音波ビーム形成装置 (300)。各チャンネルは、受信した信号をデジタル・サンプルに変換するためのデジタル化ユニット (330) と、1つまたはそれ以上のビームに対応する遅延TDMサンプルの1次ストリームを生成するための時分割多重遅延ユニット (340) を含む。各チャンネルにおいては、遅延TDMサンプルの複数の2次ストリーム内のストリームを分離するために、遅延TDMサンプルの1次ストリームが、デマルチプレクス (360) される。この場合、各2次ストリームは、1つのビームの一部または1つのビームに対応する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波変換器アレーの変換器素子が受信する信号を表わすデジタル・サンプルを処理するための超音波ビーム形成装置であって、

該ビーム形成装置が、各チャネルが、該変換器アレーの素子から受信した信号を表わすデジタル・サンプルを処理するように構成され、配置されている複数の処理チャネルを備え、各チャネルが、

少なくとも 2 つのビームに関連するデータを表わす遅延時分割多重化デジタル・サンプルのストリームを形成するように、時分割多重遅延により該デジタル・サンプルを遅延させるための時分割多重遅延手段と、

デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの各ストリームが、該ビームの中の 1 つのビームだけに関連するデータに対応する場合に、デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するために、遅延時分割多重デジタル・サンプルの該ストリームをデマルチプレクスするためのデマルチプレクシング手段とを含み、

該ビーム形成装置が、さらに、

総和デジタル・サンプルの各ストリームが、該ビームの中の対応する 1 つのビームに関連するデータを表わす場合に、総和デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するために、同じビームと関連する該各処理チャネルからの各ビームに対するデマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームを総和するための総和手段を備える超音波ビーム形成装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の超音波ビーム形成装置において、さらに、総和デジタル・サンプルの該ストリームを外部データ・バスにインターフェースするためのインターフェース手段を備える超音波ビーム形成装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の超音波ビーム形成装置において、該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが、第 1 のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが、第 2 のデータ速度で送信され、該第 2 のデータ速度が、該第 1 データ速度の  $1/2$  である超音波ビーム形成装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の超音波ビーム形成装置において、該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが、第 1 のデータ速度で送信され、該

総和デジタル・サンプルが、第２のデータ速度で送信され、該第２のデータ速度が、該第１データ速度の２倍である超音波ビーム形成装置。

【請求項５】 超音波変換器アレーの、変換器素子が受信する信号を表わすデジタル・サンプルを処理するための超音波ビーム形成装置であって、

該ビーム形成装置が、各チャネルが該変換器アレーの素子から受信した信号を表わすデジタル・サンプルを処理するために構成され、配置されている複数の処理チャネルを備え、各チャネルが、

１つのビームに関連するデータを表わす遅延時分割多重化デジタル・サンプルのストリームを形成するように、時分割多重遅延により該デジタル・サンプルを遅延させるための時分割多重化遅延手段と、

デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの各ストリームが、１つのビームを表わすデータ・ストリームの一部だけに関連するデータに対応する場合に、デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの、複数のストリームを生成するために、遅延時分割多重デジタル・サンプルの該ストリームをデマルチプレクスするためのビーム・デマルチプレクシング手段とを含み、

該ビーム形成装置が、さらに、

総和デジタル・サンプルの各ストリームが、該１つのビームの対応する一部に関連するデータを表わす場合に、総和デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するために、同じビームの同じ部分と関連する該各処理チャネルからの、デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームを総和するための総和手段を備える超音波ビーム形成装置。

【請求項６】 請求項５に記載の超音波ビーム形成装置において、さらに、総和デジタル・サンプルの該各ストリームを外部データ・バスにインターフェースするためのインターフェース手段を備える超音波ビーム形成装置。

【請求項７】 請求項５に記載の超音波ビーム形成装置において、該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが、第１のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが、第２のデータ速度で送信され、該第２のデータ速度が、該第１データ速度の $1/2$ である超音波ビーム形成装置。

【請求項８】 請求項５に記載の超音波ビーム形成装置において、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが、第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが、第2のデータ速度で送信され、該第2のデータ速度が、該第1データ速度の2倍である超音波ビーム形成装置。

【請求項9】 請求項5に記載の超音波ビーム形成装置において、

総和デジタル・サンプルの各ストリームが、該1つのビームに関連するデータの対応する予め定めた有意のビットを表わし、そのため、総和デジタル・サンプルの少なくとも1つのストリームが、データの最上位ビットを表わし、総和デジタル・サンプルの少なくとも1つの他のストリームが、データの最下位ビットを表わす超音波ビーム形成装置。

【請求項10】 超音波変換器アレーの変換器素子が受信する信号を表わすデジタル・サンプルを処理するための超音波画像化システムであって、該システムが、

複数の変換器素子を含む該超音波変換器アレーと、

各処理チャンネルが、該変換器素子の中の対応する素子が受信する信号を表わすデジタル・サンプルを処理するために構成され、配置されている複数の処理チャンネルとを備え、各処理チャンネルが、

少なくとも2つのビームに関連するデータを表わす遅延時分割多重化デジタル・サンプルのストリームを形成するために、対応する変換器素子が、信号に対応するデジタル・サンプルのストリームを受信し、時分割多重遅延によりデジタル・サンプルのストリームを遅延するように構成され、配置されている時分割多重遅延と、

デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの各ストリームが、該ビームの中の1つのビームだけに関連するデータに対応する場合に、遅延時分割多重デジタル・サンプルのストリームを受信し、遅延時分割多重デジタル・サンプルのストリームをデマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの複数のストリームにデマルチプレクスするように構成され、配置されているデマルチプレクサとを備え、

該システムが、さらに、

総和デジタル・サンプルの各ストリームが、該ビームの中の対応する1つのビ

ームに関連するデータを表わす場合に、総和デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するために、同じビームと関連する該各処理チャンネルからの各ビームに対するデマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームを総和するための総和手段を含む超音波画像化システム。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 に記載の画像化システムにおいて、さらに、総和デジタル・サンプルのストリームを外部データ・バスにインターフェースするように構成され、配置されているインターフェースを備える超音波画像化システム。

【請求項 1 2】 請求項 1 0 に記載の超音波画像化システムにおいて、該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが、第 1 のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが、第 2 のデータ速度で送信され、該第 2 のデータ速度が、該第 1 データ速度の  $1/2$  である超音波画像化システム。

【請求項 1 3】 請求項 1 0 に記載の超音波画像化システムにおいて、該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが、第 1 のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが、第 2 のデータ速度で送信され、該第 2 のデータ速度が、該第 1 データ速度の 2 倍である超音波画像化システム。

【請求項 1 4】 超音波変換器アレーの変換器素子が受信する信号を表わすデジタル・サンプルを処理するための超音波画像化システムであって、該システムが、

複数の変換器素子を含む該超音波変換器アレーと、

各チャンネルが、該変換器アレーの素子から受信する信号を表わすデジタル・サンプルを処理するために構成され、配置されている複数の処理チャンネルとを含み、各チャンネルが、

1 つのビームに関連するデータを表わす遅延時分割多重化デジタル・サンプルのストリームを形成するために、時分割多重遅延により該デジタル・サンプルを遅延するための時分割多重遅延手段と、

デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの各ストリームが、該 1 つのビームを表わすデータ・ストリームの一部だけと関連するデータに対応する場合に、デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの複数のストリームを生成す

るために、遅延時分割多重デジタル・サンプルの該ストリームをデマルチプレクスするためのビーム・デマルチプレクシング手段とを含み、

該システムが、さらに、

総和デジタル・サンプルの各ストリームが、1つのビームの対応する一部に関連するデータを表わす場合に、総和デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するために、該ビームの同じ部分関連する該各処理チャネルからのデマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームを総和するための総和手段を含む超音波画像化システム。

【請求項15】 請求項14に記載の超音波画像化システムにおいて、さらに、

総和デジタル・サンプルの該ストリームを外部データ・バスにインターフェースするように構成され、配置されているインターフェース手段を備える超音波画像化システム。

【請求項16】 請求項14に記載の超音波画像化システムにおいて、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが、第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが、第2のデータ速度で送信され、該第2のデータ速度が、該第1データ速度の $1/2$ である超音波画像化システム。

【請求項17】 請求項14に記載の超音波画像化システムにおいて、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが、第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが、第2のデータ速度で送信され、該第2のデータ速度が、該第1データ速度の2倍である超音波ビーム形成装置。

【請求項18】 請求項14に記載の超音波ビーム形成装置において、

総和デジタル・サンプルの各ストリームが、該1つのビームに関連するデータの対応する予め定めた有意のビットを表わし、そのため、総和デジタル・サンプルの少なくとも1つのストリームが、データの最上位ビットを表わし、総和デジタル・サンプルの少なくとも1つの他のストリームが、データの最下位ビットを表わす超音波ビーム形成装置。



【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】

本発明は、線形アレー・ビームの操作および焦点合わせ (steering and focusing) を使用する超音波画像化システムに関し、特に時分割多重化 (Time Division Multiplexing: TDM) を使用して複数のビームを同時に受信し、処理する超音波画像化システムに関する。

【0002】

【発明の背景】

アレー変換器超音波画像化システム (array transducer ultrasound imaging system) においては、超音波変換器は能動的変換器素子のアレーを含む。変換器素子のこのアレーを支持するために、システムは複数の平行なチャネルを含み、各チャネルは、アレー内の能動的変換器素子の1つと接続する送信機と受信機とを含む。変換器素子は一定の間隔で配置されたアレーに配置されている。各送信機は、変換器素子を通して、通常は人体である画像化対象物に超音波パルスを出力する。送信された超音波エネルギーは、アレー内の各素子により送信されたパルスを適当に遅延させることにより操作および焦点合わせが行われ、送信されたエネルギーは同位相で目的の点に到達し、その点に上記エネルギーが追加される。これにより、パルスの一部が、人体内の種々の構造体および組織により反射して変換器アレーに戻る。

【0003】

受信した超音波エネルギーの操作および焦点合わせが同様な方法で行われる。構造体または組織から反射した超音波エネルギーは、上記構造体からの距離に従い、異なるアレー素子に異なる時間に到着する。受信した信号が、受信ビーム形成装置で増幅及び遅延され、そして総和される。目的とする点から各変換器により受信された反射エネルギーを (同じ時間に) 同位相で総和ユニットに入力し、目的とする点に焦点合わせされる受信ビームを生成するよう、各素子に対する遅延が選択される。超音波エネルギーを受信する際に、徐々に増加する深さにビームの焦点を集めるよう上記遅延を動的に変化することができる。送信ビームは人体の一部

位を走査するために使用され、ビーム形成装置が発生した信号は処理され、その部位の画像を形成する。

#### 【 0 0 0 4 】

超音波画像化における重要な考慮事項は、画像シーケンス速度、すなわち、走査速度である。超音波画像化システムが問題の部位に向けて放射する超音波エネルギーのパルスは、有限の往復伝播時間を持つ。問題の部位の深さや組織を貫通して伝播する速度が、往復伝播時間を決定する要因である。当業者であれば周知の理由により、超音波エネルギーの次のパルスは、前のパルスから戻ってくるエネルギーが受信されるまで送信することができない。そのため、往復伝播時間により最大パルス速度は制限される。1つのパルス毎に問題の1つの点が分離される場合には、往復伝播時間によっても、システムの最大走査速度は制限される。走査速度は、血流のカラー・ドップラー画像化や、速い画像速度でより高い側部解像度で画像を形成する場合には、特に重要である。

#### 【 0 0 0 5 】

走査速度を向上させる1つの手法は、1つの送信パターンの広がりの中で、同じ時間に1つ以上の方向からビームを受信する方法である。もう1つの手法は、広い間隔を置いた1つ以上の方向に沿って音響パターンを同時に送信し、各送信パターンの広がりの中で、1つ以上の方向から同時にビームを受信する方法である。従来技術のシステムの場合には、複数の受信ビームは、並列に動作する複数のビーム形成装置により形成される。しかし、各ビーム形成装置が多くの回路を必要とするので、この手法はコストが高く、また、同時に受信する各ビームが、ビーム形成装置のビーム形成手段を完全に使用する場合にだけしか使用することはできない。

#### 【 0 0 0 6 】

図1は、J個の能動的変換器素子を使用し、N個のビームを同時に受信することができる従来技術のMチャネル多重ビーム超音波フロントエンド・ビーム形成装置システム(M-channel multi-beam ultrasound front end and beamformer system)100のブロック図である。能動的変換器素子からの信号は、交換網110により処理され、さらに処理を行うために適当なチャネルへ送られる。各チャネ

ルは、信号予備調整ユニット120（図面には、「予備調整」と表示してある）、デジタル化ユニット130、およびN個の遅延／アポディゼーション・ユニット(delay/apodization unit)140a-140n（「遅延ユニット」）を含む。各チャネルは、また、N個の入力を2つ有する総和ユニット（または、加算器）を含む。交換網110は、各超音波変換器から超音波信号を受信し、この信号を信号処理素子へ選択的に送る。交換網110により、システムの処理チャネルの数は変換器の数より少なくなり、そのため、一組の処理チャネルは、変換器アレーの複数の領域からの変換器の信号を順次処理することができる。

#### 【0007】

各チャネルにおいては、予備調整ユニット120は、交換網110からアナログ信号を受信し、その信号をろ波または処理する。予備調整ユニットが発生した出力信号は、デジタル化ユニット130によりサンプリングまたはデジタル化され、結果として得られるデジタル・サンプルは各遅延ユニット140a-140nに送られる。2からMまでの各チャネルにおいては、チャネルの(k)番目の遅延ユニット140が発生した出力信号は1からNまでのすべてのkに対するチャネルの(k)番目の加算器150の第1の入力に送られ、一方、チャネルの(k)番目の加算器の第2の入力は前の隣接するチャネルの(k)番目の遅延ユニットが発生した出力信号を受信する。それ故、(j)番目のチャネルにおいては、(k)番目の加算器の第2の入力は、2からMまでのすべてのチャネルに対して、また1からNまでのすべてのビームに対して、(j-1)番目のチャネルの(k)番目の加算器が発生した出力信号を受信するように接続される。(j)番目のチャネルにおいては、(k)番目の加算器が(k)番目の受信ビームを表わす出力信号を発生し、1からNまでのすべてのビームに対して(k)番目の受信ビームを表わす出力信号を発生する。すべてのチャネルは同じアーキテクチャを使用する。しかし、第1のチャネルは前のチャネルの出力を使用することができないので、第1のチャネルの遅延ユニットの出力は、それぞれゼロまたはヌル信号レベルに等しい数値に加算される。

#### 【0008】

M個の各チャネルからの(k)番目の遅延ユニットの出力を総和することによ

り形成されたM個の遅延ユニットのグループは、(k)番目のビームの受信角度を制御するための「ビーム形成装置」となる。そのため、システムは、N個のビームの受信を制御するために、N個のビーム形成装置を使用する。それ故、チャンネルの加算器はN個の総和ツリーを形成する。(k)番目の総和ツリーは、1からNまでのn個のすべてのビームに対して、M個のチャンネルすべての中で(k)番目のビーム形成装置が発生した出力信号を総和する。

#### 【 0 0 0 9 】

図2 a および図2 b は、リップシュッツに付与された1995年11月28日付け米国特許第5,469,851号(以後'851特許と呼ぶ)が記載するシステム200,201のブロック図である。このシステムは、図1のシステムと同じ結果を達成するが部品数は少ない。予備調整ユニット120およびデジタル化ユニット230の他に、各チャンネルは、(M×N)個の加算器を含むのではなく、(以後、TDMバスと呼ぶ)1つの時分割多重バス、および1つのTDM遅延およびアポディゼーション・ユニット240を含み、1-Mまでの各チャンネルは、1つのTDM総和ユニット250を含む。各チャンネルにおいては、その処理速度の1/Nだけに対して、図1のシステムに内蔵されている、N個の遅延ユニットの処理手段が使用される場合には、図1のシステムに内蔵されているN個の遅延ユニット140の代わりにTDM遅延およびアポディゼーション・ユニット(apodization unit)240が効果的に使用される。TDM総和ユニット250は、TDM遅延ユニット240と同期し、そのため、(j)番目のチャンネルのTDM総和ユニット250は、N個の受信したすべてのビームを表わす、総和したTDM出力信号を発生する。このようにして、一時的に一部だけが使用される、図1のN個のビーム形成装置の代わりに、(完全に使用される)図2の1つのTDMビーム形成装置を使用することにより、システムを実行するために必要な、ハードウェアの構成部材の数が少なくてすむようになり、システムのコストがかなり削減される。

#### 【 0 0 1 0 】

図2 b は、図2 a のものとは異なるアーキテクチャを持つ別のシステム201のブロック図である。1からMまでの各チャンネルにTDM総和ユニットを使用し

、チャンネルを直列に総和する代わりに、1つの並列TDM総和ユニット250がM個のTDM出力をすべて受け入れ、N個の受信ビームすべてを表わすTDM出力信号を発生する。この従来技術のデバイスの一実施例の場合には、システムは、16チャンネルずつの8つのグループに分割される128のチャンネルを含む。16チャンネルずつの各グループは、8つの別々のTDMビームの総和を形成するために、図2aに示す16のTDM総和ユニットを含むように構成される。8つのTDMビームの総和は、図2bNOシステムに類似している1つのTDM総和ユニット250により結合される。

#### 【0011】

851特許が開示しているシステムのようなTDMシステムは、処理中のビームの数に比例するデータ速度で、TDMデータ・ストリームを形成する。これらシステムの場合には、総和ユニットと画像処理システムとの間の回路インターフェースのところでは、低いデータ速度が望ましい。何故なら、設計および製造に関連する有害な周波数依存の影響が、周波数が高くなるにつれて大きくなるからである。これらの影響を緩和しようとする、多くの場合、製造コストが高くなる。

#### 【0012】

従って、本発明の1つの目的は、超音波変換器アレーから受信した信号を処理するための改良形超音波ビーム形成装置を提供することである。

#### 【0013】

本発明のもう1つの目的は、遅延時間多重化サンプルのストリームを2つまたはそれ以上のビームに対応するサンプルの個々のストリームに変換する超音波変換器アレーから受信した信号を処理するための改良形超音波ビーム形成装置を提供することである。

#### 【0014】

本発明のさらにもう1つの目的は、遅延時間多重化サンプルのストリームを、個々のストリームのデータ速度が、時間多重化サンプルのデータ速度の1/2である2つまたはそれ以上のビームに対応するサンプルの個々のストリームに変換する超音波変換器アレーから受信した信号を処理するための改良形超音波ビーム

形成装置を提供することである。

【 0 0 1 5 】

本発明のさらにもう 1 つの目的は、遅延時間多重化サンプルのストリームを、個々のストリームのデータ速度が、受信信号のデータ速度の 2 倍である 2 つまたはそれ以上のビームに対応するサンプルの個々のストリームに変換する超音波変換器アレーから受信した信号を処理するための改良形超音波ビーム形成装置を提供することである。

【 0 0 1 6 】

【発明の概要】

本発明は、能動的超音波変換器アレーを使用して、例えば、人体のような、画像化される媒体から反射した超音波信号のような超音波信号を処理するためのシステムに関する。ビーム操作および焦点合わせを使用することにより、媒体のある特性を表わす画像を形成するために、超音波エネルギーを使用することができる。送信エネルギーのビーム操作および焦点合わせは、超音波変換器アレーの各素子が発生する送信パルスを予め定めた時間だけ遅延させることにより行うことができる。ビーム操作および焦点合わせは、媒体から受信する反射信号を配列し、調整するために、受信信号を処理する際に、時間的に遅延させることにより類似の方法で行われる。

【 0 0 1 7 】

本発明の場合、システムは、超音波変換器アレーから受信した信号を処理する。上記システムは複数の処理チャネルを含み、各チャネルは、交換網を通して変換器素子からの信号を処理するために、変換器アレーの中の 1 つの変換器と関連している。交換網により、システムは異なる素子を特定のチャネルに選択的に接続することができ、そうすることにより、M が J より少ない場合、M 本の処理チャネルを、J 個の変換器素子からなる全アレーを順次処理するために使用することができる。各チャネルは、信号の利得を調整し、信号を制限し、および／または信号を正しく波するため、信号を調整する予備調整ユニットを含むことができる。また、各チャネルは、予備調整ユニットから受信した調整された信号をサンプリングし、調整された信号のデジタル化したサンプルを生成するデジタル

化ユニットを含むことができる。各チャネルはまた、各デジタル・サンプルを1つまたはそれ以上のビームを形成するために遅延し、時分割多重化したデジタル・サンプルのストリームを含む第1の信号にするための時分割多重化遅延およびアポディゼーション・ユニットを含むこともできる。

#### 【0018】

本発明のある実施例の場合には、第1の信号が1つのだけのビームを形成するための遅延時分割多重デジタル・サンプルを含んでいる場合には、各チャネルは、また、第1の信号を遅延デジタル・サンプルの複数のストリームにデマルチプレクスするためのデマルチプレクス化ユニットを含むことができる。そのため、各ストリームは第1のストリームからのデジタル・サンプルのある部分に対応する。例えば、第1の信号は、2つのストリーム、すなわち、高次のストリームと低次のストリームにデマルチプレクスすることができる。この場合、高次のストリームは第1の信号ストリーム内の各デジタル・サンプルの最上位の半分を含み、低次のストリームは第1の信号ストリーム内の各デジタル・サンプルの最低位の半分を含む。ストリームは、さらに、複数の総和信号を形成するために、各処理チャネルからの信号の対応する各ストリームを総和する複数の総和ユニットを含むことができる。この場合、各ストリームは、信号ビームを表わすデータ・ストリームのある部分に対応する。

#### 【0019】

本発明の他の実施例の場合には、第1の信号が、1つ以上のビームを形成するための遅延時分割多重デジタル・サンプルを含んでいる場合には、各チャネルは、また、第1の信号を遅延デジタル・サンプルの複数のストリームにデマルチプレクスするためのビーム・デマルチプレクス化ユニットを含むことができる。この場合、各ストリームは信号ビームを表わすデータ・ストリームに対応する。システムは、さらに、総和信号の複数のストリームを生成するために、各処理チャネルからの第2の信号の対応する各ストリームを総和する複数の総和ユニットを含むことができる。この場合、各ストリームは、信号ビームを表わすデータ・ストリームに対応する。

#### 【0020】

上記実施例のいずれかからの総和信号は、システムを汎用コンピュータ・システムの外部データ・バスのような外部データ・バスに接続するバス・インターフェース・ユニットに入力することができる。汎用コンピュータ・システムは、さらに、走査した媒体のある特性を表わすビデオ画像を形成するために、ビーム・データを処理することができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の他の実施例の場合には、同じシステムは、異なる周波数で受信した 1 つ、2 つまたは 4 つのビームを形成するために、信号を処理することができる。信号を多重化したり、またはデマルチプレクスしたりすることにより、ビーム形成装置が、1 ビーム構成であっても、2 ビーム構成であっても、4 ビーム構成であっても、総和信号の最大データ速度およびバス幅を同じにすることができる。それ故、1 つ、2 つまたは 4 つのビームに対する出力を、適当なデータ処理能力を持つ汎用コンピュータ・システムの外部データ・バスをインターフェースとして接続することができる。

【 0 0 2 2 】

【 発明の詳細な記述 】

添付の図面を参照しながら、以下の説明を読めば、本発明の上記および他の目的、その種々の特徴、および本発明の自身をよりよく理解することができるだろう。

【 0 0 2 3 】

本発明の好ましい実施例は、人体の横断面を表わす画像を形成するための変換器アレー超音波画像化システムに関する。この技術は、例えば、患者を診断し、治療するために、医療の分野で使用される。この技術は、診断または治療対象の人体の一部に超音波エネルギーのビームを発生し、照射することにより、そして、ビームが照射される人体の一部から反射する超音波エネルギーを測定することにより行われる。複数のビームを同時に処理することにより、種々の利益を実現することができる。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、本発明の超音波ビーム形成装置 3 0 0 の簡単なブロック図である。超



音波ビーム形成装置 300 は、複数のチャネルを含み、各チャネルは、信号処理を行っている間に、交換網 310 を通して変換器アレーの能動的超音波変換器から信号を受信することができる。各変換器素子は、送信機および受信機として機能し、走査対象の媒体に照射される超音波エネルギーのパルスを発生する。上記エネルギーの焦点を媒体内の特定の部位に合わせてビームを発生するために、上記パルスの振幅、および他の変換器に対する上記パルスの時間的遅延が制御される。

#### 【 0 0 2 5 】

超音波変換器は、複数の走査ラインに沿って超音波エネルギーを送信し、受信することができるアレーに配置されている。種々の走査パターンによるデータは、走査中の媒体の超音波画像を形成するために、周知の技術により処理することができる。

#### 【 0 0 2 6 】

本発明のある実施例の場合には、各チャネルは、デジタル化ユニット 330 によりデジタル化されるライン 322 上の信号を準備するために、変換器から受信した信号を調整するための予備調整ユニット 320 を含む。予備調整ユニットは、動的利得制御および等化機能、信号制限機能、および／またはノイズおよび不必要な成分を除去するための信号ろ波機能を行う素子を含むことができる。

#### 【 0 0 2 7 】

好ましい実施例の場合には、予備調整された信号は、デジタル化したサンプルのストリームを発生するアナログーデジタル・コンバータ、または特定の時点で、それぞれ、変換器により受信した超音波エネルギーに対応するライン 322 上のデータ・ユニットのようなデジタル化ユニット 330 に送られる。デジタル化ユニット 330 は、デジタル化されている信号に対して、適当な速度で、ライン 322 上で予備調整された信号をサンプリングする。ある実施例の場合には、デジタル化ユニットのサンプリング速度  $f_s$  は、それぞれ、1 本のビームを形成するビーム形成装置、2 本のビームを形成するビーム形成装置、および 4 本のビームを形成するビーム形成装置に対して、40 MHz、20 MHz および 10 MHz である。

#### 【 0 0 2 8 】

各処理チャネルにおいては、ライン 342 上で、遅延した時分割多重 (delayed TDM) サンプルを形成するために、デジタル・サンプルのストリームが、時分割多重遅延およびアポディゼーション・ユニット 340 により処理される。ストリームの各サンプルに対して、時分割多重遅延およびアポディゼーション・パラメータを順次適用することにより、サンプルのストリームからの複数のビームが形成される。それ故、4 本のビームを形成するように構成されたビーム形成装置システムの場合には、各サンプルは、最初は、第 1 の受信ビームを形成し、次に第 2 の受信ビームを形成し、第 3 のビームを形成し、そして最後に第 4 のビームを形成するために順次処理される。その後で、次のサンプルに対して、同じプロセスが反復して行われる。それ故、4 本のビームの処理は、タイミングよく多重化されたビーム形成装置の同じ回路により行われる。通常、異なるビームは、変換器に対して異なる焦点または異なる角度を持つ。当業者であれば周知のように、必要な遅延およびアポディゼーションの一般式は、超音波アレー内の各変換器素子の物理的位置、受信機ビームの角度、および焦点から各変換器素子までの距離の関数である。

#### 【 0029 】

図 3 に示すように、ライン 342 上の遅延 TDM サンプルの N 本のビームを表わすストリームは、各ライン 362 a 乃至 362 n 上で、遅延サンプルの N 本のストリームを形成するために、デマルチプレクサ 360 によりデマルチプレクスされる。各ストリームは 1 本のビームに対応する。各チャネルからの特定のビームに対応する各ビームは、総和素子 350 a - 350 n により総和される。形成された数値は、N 本の各ビームの受信信号強度の時間同期総和を表わす。

#### 【 0030 】

図 4 a は、本発明の好ましい実施例による 1 本のビームを形成するように構成された 4 チャネル・ビーム形成装置回路である。この実施例の場合には、各チャネルのデジタル化ユニットのサンプリング速度  $f_s$  は 40 MHz であり、上記デジタル化ユニットは、40 MHz のデータ速度で 10 ビットのサンプルを形成する。TDM 遅延およびアポディゼーション機能を行う各チャネル 440 の時分割多重遅延ユニットは、10 ビット・デジタルサンプルを受信し、12 ビット遅延

したストリームを形成する。TDMサンプルのデータ速度も40MHzである。この実施例の場合には、遅延TDMストリームは、ビーム・デマルチプレクサ460により処理される。しかし、ビームは1本しかないので、デマルチプレクシング機能は実行されない。他の実施例の場合には、ビーム・デマルチプレクサ460をバイパスすることもできるし、使用しなくてもよい。40MHzの遅延TDMストリームが世界時間デマルチプレクサ(World Time Demultiplexer)465により受信され、このデマルチプレクサは、1つのビームTDMストリームを12より大きいあるビット数の2つのストリームにデマルチプレクスし、4チャンネルのデータの総和により広くなったダイナミック・レンジを収容する。2つの各ストリームは、元の速度の1/2の速度で、元のストリームの一部を含む。一方のストリームが奇数のデータ単位または語を含み、他方のストリームが偶数のデータ単位または語を含むことが好ましい。ビームの特定の部分、この実施例の場合には、奇数および偶数ストリームに対応する各ストリームは、各チャンネルからの総和素子450aおよび450bにより総和される。形成された数値は、ビームの1/2に対する受信信号強度の時間同期総和を表わす。その後で、ビーム形成装置回路の4本のチャンネルのデータを総和することにより得られた偶数語および奇数語は、(データ経路内の)前の4チャンネルビーム形成装置回路のデータの総和である対応する語と加算器470aおよび470bで総和される。そして、結果は、(データ経路内の)以降の4つのチャンネルビーム形成装置回路への出力になる。

#### 【0031】

図4bは、本発明の好ましい実施例による、2本のビームを形成するように構成された4チャンネル・ビーム形成装置回路である。この実施例の場合には、各チャンネルのデジタル化ユニットのサンプリング速度 $f_s$ は20MHzであり、上記デジタル化ユニットは、20MHzのデータ速度で10ビットのサンプルを供給する。TDM遅延およびアポディゼーション機能を行う各チャンネル440の時分割多重遅延ユニットは、10ビットの20MHzサンプル・ストリームを受信し、2つの異なるビームを形成するように、遅延およびアポディゼーションされた12ビットの処理済みサンプルの2つのインターリーブされたストリームを形成

する。2つのインターリーブされた各ストリームの処理済みサンプルは20MHzで形成されるので、TDM遅延およびアポディゼーション回路440は、40MHzの速度で処理済みの語を発生する。この実施例の場合には、遅延およびアポディゼーション回路440の出力はビーム・デマルチプレクサ460により処理され、上記ビーム・デマルチプレクサは、それぞれが2つのビームの一方に対応する2つの遅延ストリームを生成するために、ストリームをデマルチプレクスする。デマルチプレクスされた各ストリームは、遅延TDMストリームを含み、そのサンプルは20MHzの速度と12より大きい数のビットを含み、4つのチャンネルのデータを総和することにより広くなったダイナミック・レンジを収容する。20MHzの各遅延TDMストリームは世界時間デマルチプレクサ465により受信されるが、上記デマルチプレクサは、デマルチプレクスした各遅延TDMストリームを不能にするか、総和ユニット450aおよび450bに単に通過させる。他の実施例の場合には、世界時間デマルチプレクサ465をバイパスすることもできるし、回路アーキテクチャから除外することもできる。各チャンネルからの特定のビームに対応する各ストリームは総和素子450aおよび450bにより総和される。生成された数値は各ビームの受信信号強度の時間同期総和を表わす。その後で、ビーム形成装置回路の4つのチャンネルのデータを総和することによって得られた第1のビーム・データ語と第2のビーム・データ語とは、加算器450aおよび450bで他の4つのチャンネルのビーム形成装置回路のデータの総和である対応する語と総和される。そして、結果は、もう1つの4つのチャンネルビーム形成装置回路への出力となる。

#### 【0032】

図4cは、本発明の好ましい実施例により、4つのビームを形成するように構成された4チャンネル・ビーム形成装置回路である。この実施例の場合には、各チャンネルのデジタル化ユニットのサンプリング速度 $f_s$ は10MHzであり、デジタル化ユニットは10MHzのデータ速度で10ビットのサンプルを供給する。TDM遅延およびアポディゼーション機能を行う各チャンネル440の時分割多重遅延ユニットは、10ビットの10MHzサンプル・ストリームを受信し、4つの異なるビームを形成するように、遅延およびアポディゼーションされた12ビ

ットの処理済みサンプルの4つのインターリーブされたストリームを形成する。

4つのインターリーブされた各ストリームの処理済みサンプルは10MHzで形成されるので、TDM遅延およびアポディゼーション回路440は、40MHzの速度で処理済みの語を発生する。この実施例の場合には、TDM遅延およびアポディゼーション・ユニット440の出力はビーム・デマルチプレクサ460により処理され、上記ビーム・デマルチプレクサは、それぞれが4つのビームの中の1つに対応する4つの遅延ストリームを生成するためにストリームをデマルチプレクスする。デマルチプレクスされた各ストリームは遅延TDMストリームを含み、そのサンプルは、10MHzの速度と12より大きい数のビットとを含み、4つのチャネルのデータを総和することにより広くなったダイナミック・レンジを収容する。10MHzの各遅延TDMストリームは世界時間デマルチプレクサ465により受信されるが、上記デマルチプレクサは、新しいTDMストリームを生成するために各処理済みのサンプルを2つの部分に分割し、最下位ビット (Least Significant Bits: LSB) を含む部分と最上位ビット (Most Significant Bits: MSB) を含む部分とを多重化する。特定のビームに対応する各ストリームは、総和素子450a、450b、450cおよび450dにより総和される。生成された数値は各ビームの受信信号強度の時間同期総和を表わす。その後で、ビーム形成装置回路の4つのチャネルのデータを総和することによって得られた第1のビーム・データ語、第2のビーム・データ語、第3のビーム・データ語、および第4のビーム・データ語は、加算器で他のチャネルのビーム形成装置回路のデータの総和である対応する語と総和される。結果は他の4チャネル・ビーム形成装置回路に出力される。

### 【 0033 】

本発明は、その精神または本質的な特徴から逸脱することなしに、他の特定の形で実行することができる。それ故、本発明の実施例は、例示としてのものであって、本発明を制限するものでないことを理解されたい。本発明の範囲は、上記説明中に記載したものではなく、添付の特許請求の範囲内に記載してあるものである。それ故、特許請求の範囲に相当するものの意味および範囲内に含まれるすべての変更は、本発明の範囲内に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

超音波画像化システムで使用するためのある従来技術の超音波ビーム形成装置を表す図である。

【図 2 a】

複数の時分割多重総和ユニットを使用する超音波画像化システムで使用するための他の従来技術の超音波ビーム形成装置を表す図である。

【図 2 b】

複数の個々の時分割多重総和ユニットの代わりに、並列時分割多重総和ユニットを含む、図 2 a のビーム形成装置類似の従来技術の超音波ビーム形成装置を表す図である。

【図 3】

本発明の超音波ビーム形成装置を表す図である。

【図 4 a】

本発明の一実施例による、1つのビームを形成するように構成された4チャンネル・ビーム形成装置回路を表す図である。

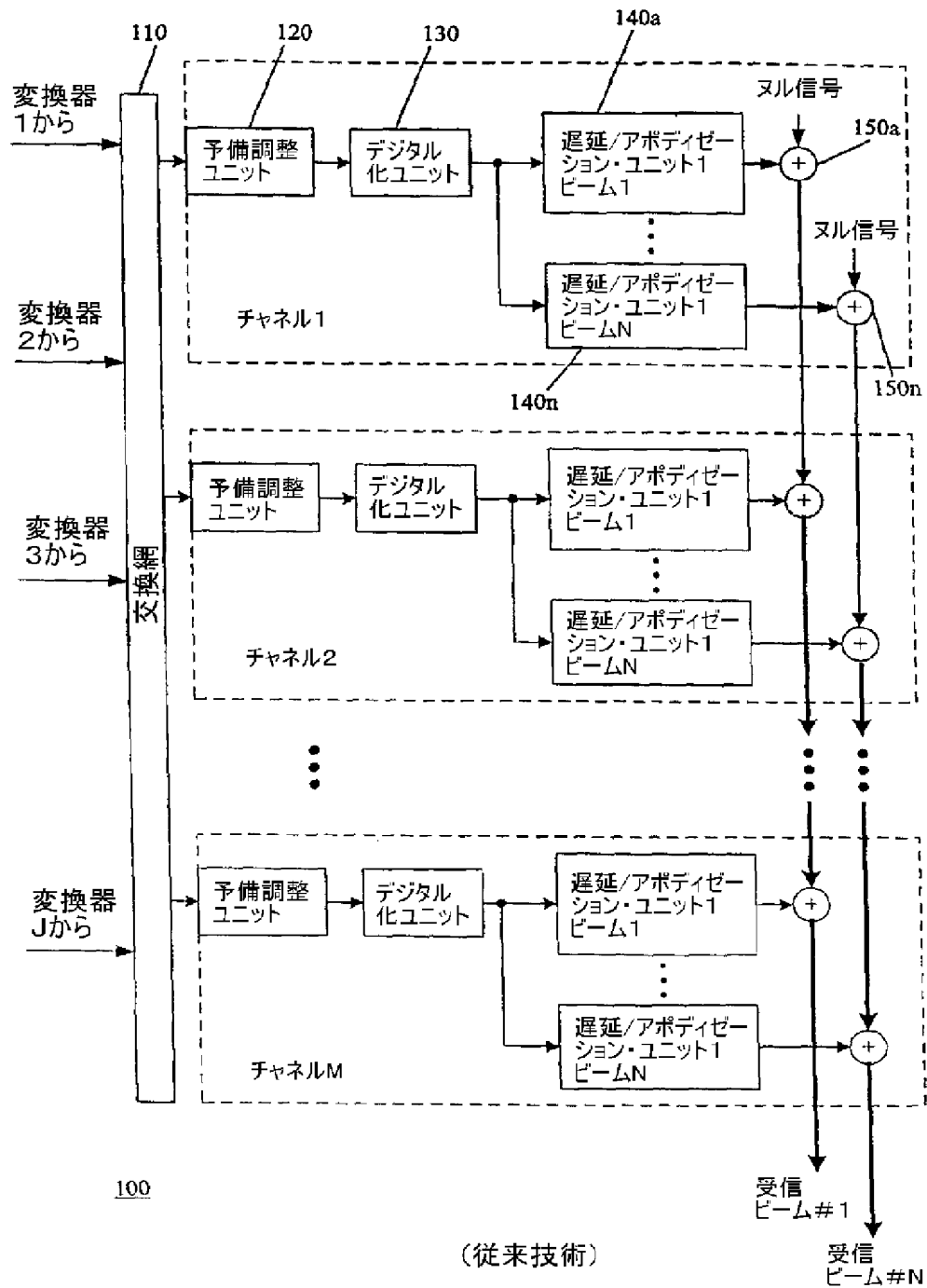
【図 4 b】

本発明の他の実施例による、2つのビームを形成するように構成された4チャンネル・ビーム形成装置回路を表す図である。

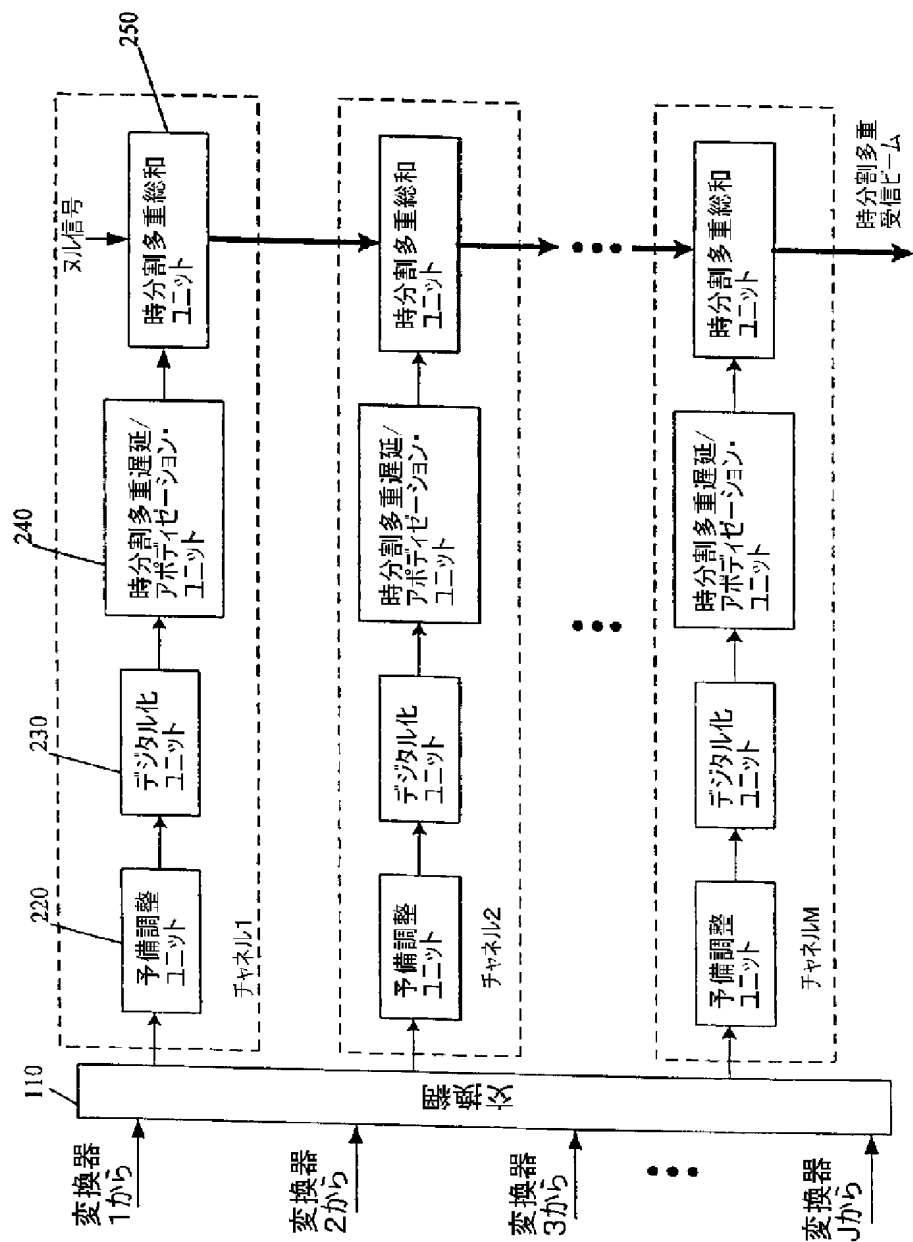
【図 4 c】

本発明の他の実施例による、4つのビームを形成するように構成された4チャンネル・ビーム形成装置回路を表す図である。

【 図 1 】



【図2a】

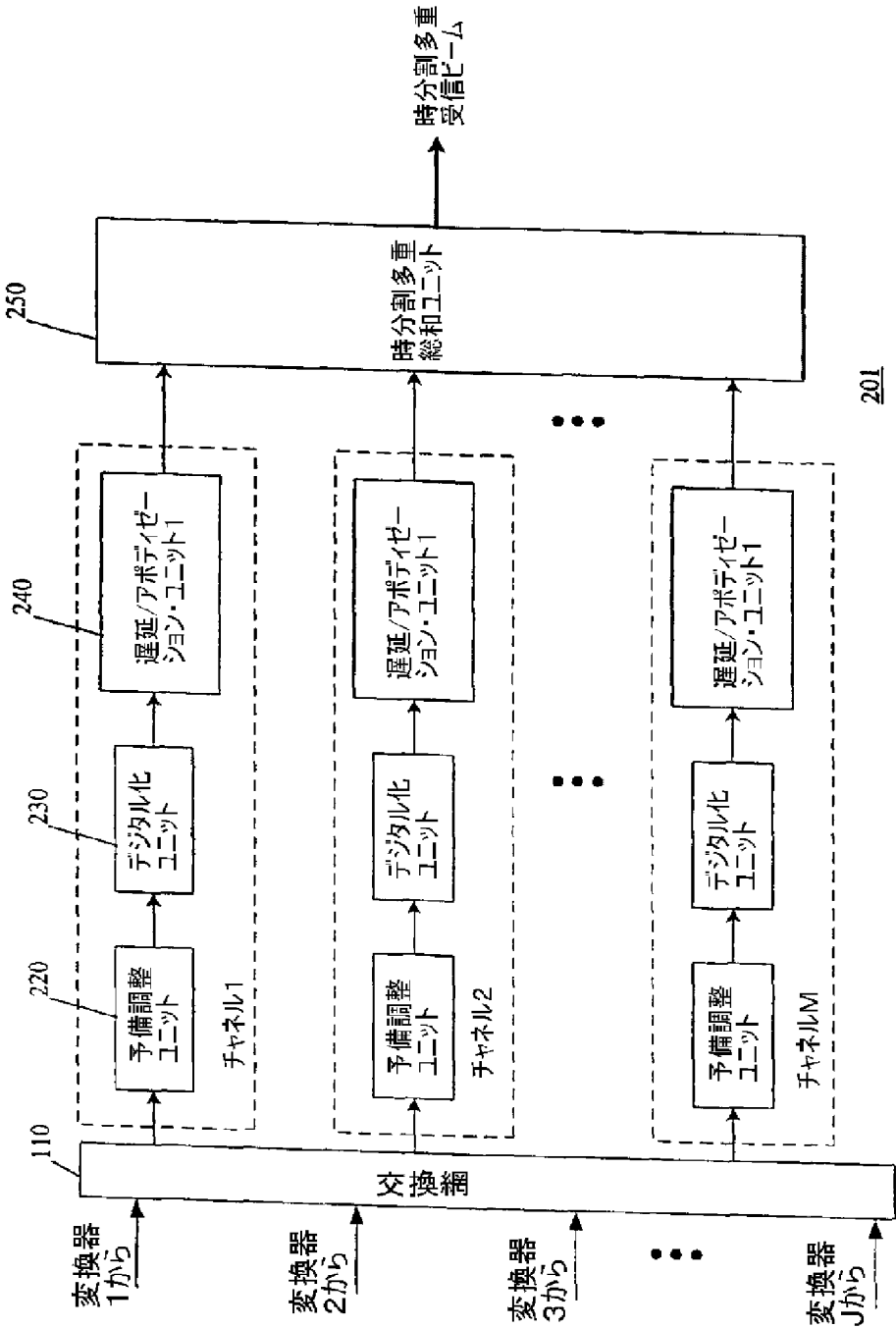


200

(従来技術)

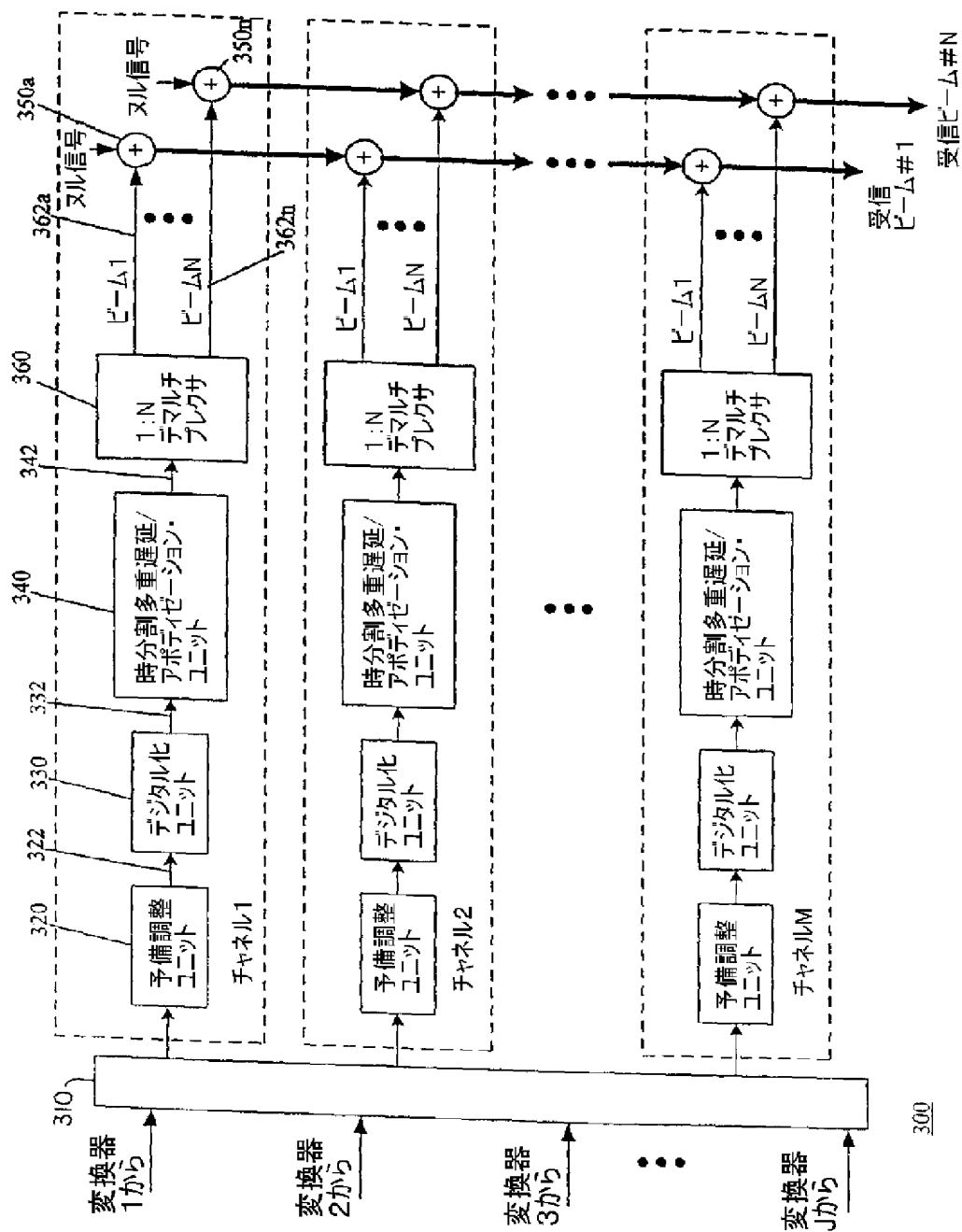


【図2b】

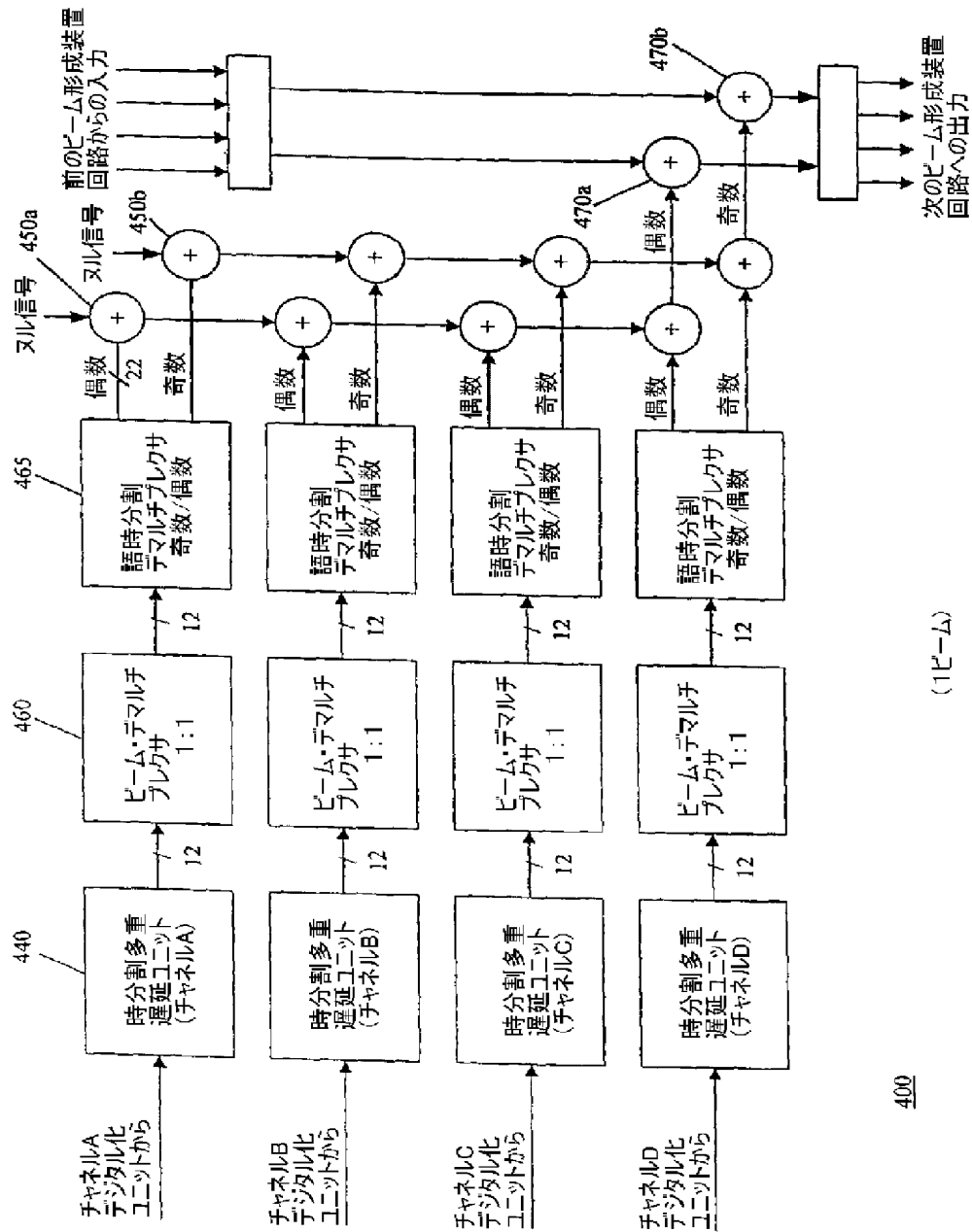


(従来技術)

【 図 3 】

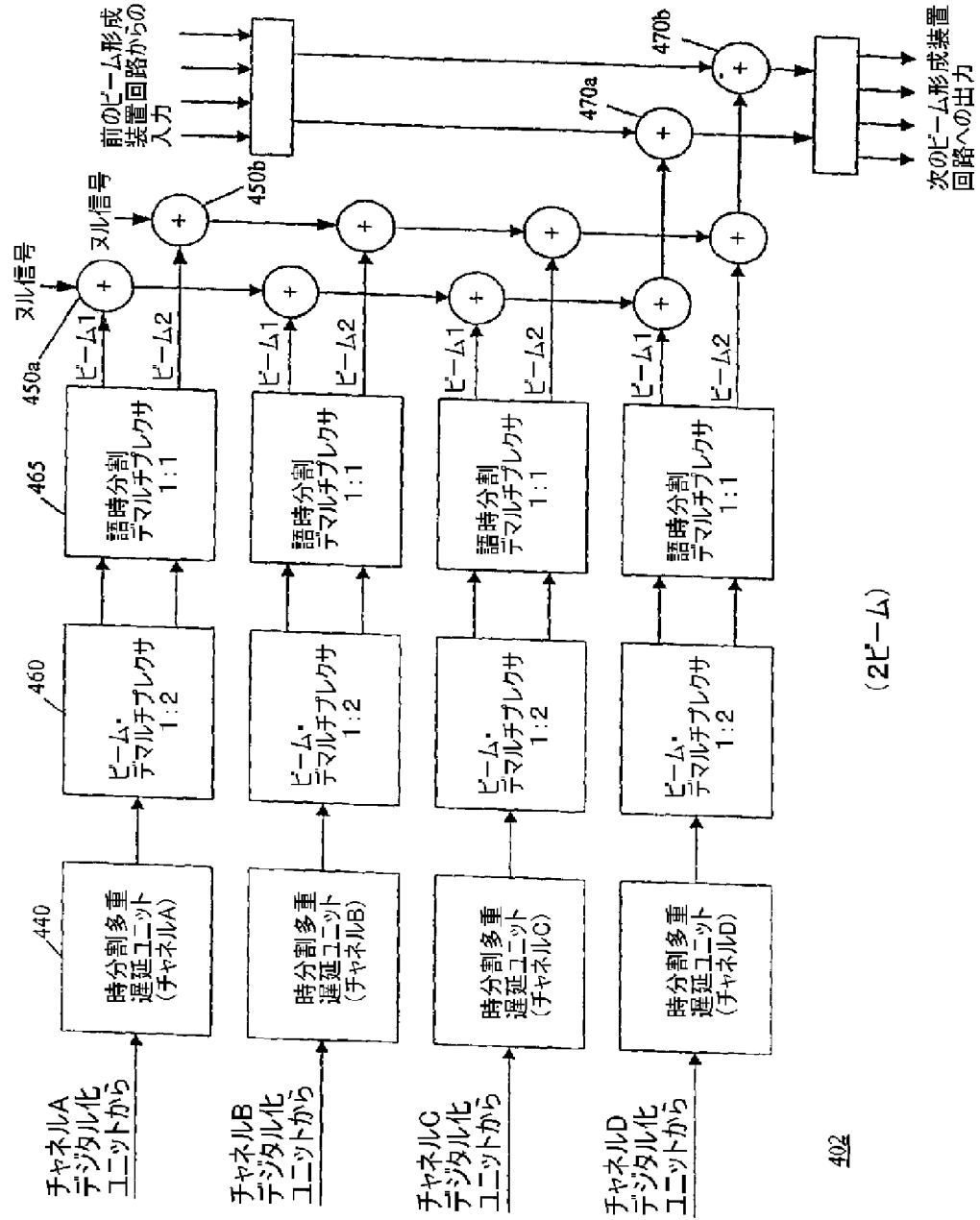


【 図 4 a 】



(7-21)

【 図 4 b 】





【手続補正書】

【提出日】平成13年2月6日(2001.2.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波変換器アレーの変換器素子が受信する信号を表すデジタル・サンプルを処理する超音波ビーム形成装置であって、該装置は、

複数の処理チャネルからなり、該処理チャネルの各々が、該変換器アレーの素子から受信した信号を表すデジタル・サンプルを処理するように構成、配置されており、該チャネルの各々は、

少なくとも2つのビームに関連するデータを表す遅延時分割多重化デジタル・サンプルのストリームを形成するように、時分割多重遅延により該デジタル・サンプルを遅延させる時分割多重遅延手段と、

デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するように、遅延時分割多重デジタル・サンプルの該ストリームをデマルチプレクスするデマルチプレクシング手段とを含み、該デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームの各々が、該ビームの中の1つのビームだけに関連するデータに対応しており、該装置はさらに、

総和デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するように、同じビームと関連する該処理チャネルの各々からのビームの各々に対するデマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームを総和する総和手段からなり、該総和デジタル・サンプルのストリームの各々が、該ビームの中の対応するものに関連するデータを表すことを特徴とする装置。

【請求項2】 請求項1に記載の装置において、該装置はさらに、

総和デジタル・サンプルの該ストリームを外部データ・バスにインターフェースするインターフェース手段からなることを特徴とする装置。

【請求項3】 請求項1に記載の装置において、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが第2のデータ速度で送信されるものであり、該第2のデータ速度は該第1データ速度の $1/2$ であることを特徴とする装置。

【請求項4】 請求項1に記載の装置において、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが第2のデータ速度で送信されるものであり、該第2のデータ速度は該第1データ速度の2倍であることを特徴とする装置。

【請求項5】 超音波変換器アレーの変換器素子が受信する信号を表すデジタル・サンプルを処理する超音波ビーム形成装置であって、該装置は、

複数の処理チャネルからなり、該処理チャネルの各々が、該変換器アレーの素子から受信した信号を表すデジタル・サンプルを処理するように構成、配置されており、該チャネルの各々は、

単一のビームに関連するデータを表す遅延時分割多重化デジタル・サンプルのストリームを形成するように、時分割多重遅延により該デジタル・サンプルを遅延させる時分割多重化遅延手段と、

デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するように、遅延時分割多重デジタル・サンプルの該ストリームをデマルチプレクスするビーム・デマルチプレクシング手段とを含み、該デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームの各々が、該単一のビームを表すデータ・ストリームの一部にのみ関連するデータに対応するものであり、該装置がさらに、

総和デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するように、該ビームの同じ部分と関連する該処理チャネルの各々からのデマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームを総和する総和手段からなり、該総和デジタル・サンプルのストリームの各々は、該単一のビームの対応する一部に関連するデータを表すことを特徴とする装置。

【請求項6】 請求項5に記載の装置において、該装置はさらに、

総和デジタル・サンプルの該ストリームの各々を外部データ・バスにインターフェースするためのインターフェース手段からなることを特徴とする装置。

【請求項 7】 請求項 5 に記載の装置において、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが第 1 のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが第 2 のデータ速度で送信されるものであり、該第 2 のデータ速度は該第 1 データ速度の  $1/2$  であることを特徴とする装置。

【請求項 8】 請求項 5 に記載の装置において、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが第 1 のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが第 2 のデータ速度で送信されるものであり、該第 2 のデータ速度は該第 1 データ速度の 2 倍であることを特徴とする装置。

【請求項 9】 請求項 5 に記載の装置において、

総和デジタル・サンプルのストリームの各々は該単一のビームに関連するデータの対応する予め定めた有意ビットを表し、総和デジタル・サンプルの少なくとも 1 つのストリームがデータの最上位ビットを表し、そして総和デジタル・サンプルの少なくとも 1 つの他のストリームがデータの最下位ビットを表すことを特徴とする装置。

【請求項 10】 超音波変換器アレーの変換器素子が受信する信号を表すデジタル・サンプルを処理する超音波画像化システムであって、該システムが、

複数の変換器素子を含む該超音波変換器アレーと、

複数の処理チャネルとからなり、該処理チャネルの各々が、該変換器素子の対応する素子が受信する信号を表すデジタル・サンプルを処理するように構成、配置されており、該チャネルの各々は、

少なくとも 2 つのビームに関連するデータを表す遅延時分割多重化デジタル・サンプルのストリームを形成するように、該信号に対応するデジタル・サンプルのストリームを受信し、そして時分割多重遅延によりデジタル・サンプルのストリームを遅延するよう構成、配置された時分割多重遅延器と、

遅延時分割多重デジタル・サンプルのストリームを受信し、該遅延時分割多重デジタル・サンプルのストリームをデマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの複数のストリームにデマルチプレクスするよう構成、配置されたデマルチプレクサとからなり、該デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームの各々は該ビームの中の 1 つにのみ関連するデータに対応しているものであり、



該システムはさらに、

総和デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するように、同じビームと関連する該処理チャンネルの各々からのビームの各々に対するデマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームを総和する総和手段からなり、該総和デジタル・サンプルのストリームの各々は、該ビームの対応する1つに関連するデータを表すことを特徴とするシステム。

【請求項11】 請求項10に記載のシステムにおいて、該システムはさらに、

総和デジタル・サンプルのストリームに対する外部データ・バスへのインターフェースを提供するよう構成、配置されたインターフェースからなることを特徴とするシステム。

【請求項12】 請求項10に記載のシステムにおいて、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが第2のデータ速度で送信されるものであり、該第2のデータ速度は該第1データ速度の $1/2$ であることを特徴とするシステム。

【請求項13】 請求項10に記載のシステムにおいて、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが第2のデータ速度で送信されるものであり、該第2のデータ速度は該第1データ速度の2倍であることを特徴とするシステム。

【請求項14】 超音波変換器アレーの変換器素子が受信する信号を表すデジタル・サンプルを処理する超音波画像化システムであって、該システムが、

複数の変換器素子を含む該超音波変換器アレーと、

複数の処理チャンネルを含み、該処理チャンネルの各々が、該変換器アレーの素子から受信する信号を表すデジタル・サンプルを処理するよう構成、配置されており、該チャンネルの各々は、

単一のビームに関連するデータを表す遅延時分割多重化デジタル・サンプルのストリームを形成するように、該時分割多重遅延によって該デジタル・サンプルを遅延する時分割多重遅延手段と、

デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの複数のストリームを生成する

ように、遅延時分割多重デジタル・サンプルの該ストリームをデマルチプレクスするビーム・デマルチプレクシング手段とを含み、該デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルの該ストリームの各々は、該単一のビームを表すデータ・ストリームの一部にのみ関連するデータに対応するものであり、該システムはさらに、

総和デジタル・サンプルの複数のストリームを生成するように、該ビームの同じ部分と関連する該処理チャネルの各々からの該デマルチプレクスした遅延デジタル・サンプルのストリームを総和する総和手段からなり、該総和デジタル・サンプルのストリームの各々は該単一のビームの対応する一部に関連するデータを表すことを特徴とするシステム。

【請求項15】 請求項14に記載のシステムにおいて、さらに、

総和デジタル・サンプルのストリームに対する外部データ・バスへのインターフェースを提供するよう構成、配置されたインターフェース手段からなることを特徴とするシステム。

【請求項16】 請求項14に記載のシステムにおいて、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが第2のデータ速度で送信されるものであり、該第2のデータ速度は該第1データ速度の $1/2$ であることを特徴とするシステム。

【請求項17】 請求項14に記載のシステムにおいて、

該遅延時分割多重化デジタル・サンプルが第1のデータ速度で送信され、該総和デジタル・サンプルが第2のデータ速度で送信されるものであり、該第2のデータ速度は該第1データ速度の2倍であることを特徴とするシステム。

【請求項18】 請求項14に記載のシステムにおいて、

総和デジタル・サンプルのストリームの各々は、該単一のビームに関連するデータの対応する予め定めた有意ビットを表し、総和デジタル・サンプルの少なくとも1つのストリームがデータの最上位ビットを表し、そして総和デジタル・サンプルの少なくとも1つの他のストリームがデータの最下位ビットを表すことを特徴とするシステム。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US98/27251

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) : G01S 7/52; G01N 29/00; A61B 8/00 US CL : 367/103, 123; 600/447; 73/626 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 367/103, 119, 123; 600/447; 73/625, 626 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched none Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) none		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4,420,825 A (MAYNARD et al) 13 December 1983 (13/12/83), see entire document	1-18
A	US 5,469,851 A (LIPSCHUTZ) 28 November 1995 (28/11/95), see entire document	1-18
A	US 5,088,496 A (BERNARD) 18 February 1992 (18/02/92), see entire document	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 FEBRUARY 1999		Date of mailing of the international search report <b>23 FEB 1999</b>
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer IAN J. LOBO Telephone No. (703) 306-4161

---

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72)発明者 パウロ, ルイス, アール.

アメリカ合衆国 01810 マサチューセツツ, アンドーヴァー, ジョンソン ロード  
23

Fターム(参考) 2G047 DB02 GB02

4C301 EE20 HH33 HH37 HH38 JB02

5J083 AB17 AE08 BC11 BD06 BE57

CA01 CA12